

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

J1036 U.S. PTO
10/028096
10/25/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月26日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-326802

出 願 人

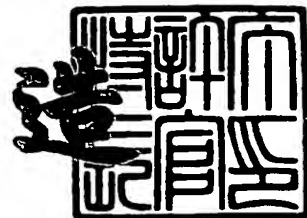
Applicant(s):

株式会社豊田自動織機

2001年 9月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3083758

【書類名】 特許願

【整理番号】 PY20001987

【提出日】 平成12年10月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B06B 1/02

【発明の名称】 物体浮揚搬送装置

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動
織機製作所 内

【氏名】 高三 正己

【発明者】

【住所又は居所】 東京都町田市金森1793-635

【氏名】 上羽 貞行

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区上倉田町1957-60 インテ
ィーム戸塚302号室

【氏名】 小池 義和

【特許出願人】

【識別番号】 000003218

【氏名又は名称】 株式会社 豊田自動織機製作所

【代理人】

【識別番号】 100068755

【住所又は居所】 岐阜市大宮町2丁目12番地の1

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【電話番号】 058-265-1810

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【住所又は居所】 東京都渋谷区代々木二丁目 1 0 番 4 号 新宿辻ビル 8
階

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【電話番号】 03-5365-3057

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9721048

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 物体浮揚搬送装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 長尺の振動体の一端に発振側の振動子を設けるとともに、他端に受波側の振動子を設け、該振動体に進行波を発生させてその放射圧により振動体の表面上で物体を浮揚させた状態で搬送する物体浮揚搬送装置であって、

前記発振側の振動子に設けられた電圧が供給されない圧電素子と、

前記圧電素子に接続されるとともにインピーダンスが可変の外部インピーダンスと、

前記発振側の振動子を励振させる励振手段と、

前記受波側の振動子の振動状態を検出する振動状態検出手段と、

前記振動状態検出手段の検出信号に基づいて、受波側の振動子のエネルギー変換用素子の出力電圧又は出力電流が所定の値以上になるように前記励振手段の出力及び前記外部インピーダンスの少なくとも一方を制御する制御手段とを備えた物体浮揚搬送装置。

【請求項 2】 前記受波側の振動子にも前記振動体を振動させる振動系のインピーダンスを調整するための外部インピーダンスが設けられている請求項 1 に記載の物体浮揚搬送装置。

【請求項 3】 前記受波側のエネルギー変換用素子を、負荷回路と前記励振手段とに切換接続可能に構成し、前記発振側の振動子も前記負荷回路と前記励振手段とに切換接続可能に構成し、前記負荷回路及び励振手段と前記エネルギー変換用素子及び発振側の振動子との接続状態を切替える接続切換え手段により前記振動体から発生する進行波の向きを変更可能にした請求項 1 又は請求項 2 に記載の物体浮揚搬送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば音波等の放射圧を用いて物体を浮揚状態で搬送する物体浮揚搬送装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

この種の物体浮揚搬送装置は、例えば特開平 7 - 1 3 7 8 2 4 号公報、特開平 9 - 2 0 2 4 2 5 公報等の開示されている。この装置は長尺の平板状の振動体を使用し、平行に配置された複数の振動体に進行波を発生させて、平板状の物体を振動体の振動による音波の放射圧で浮揚させた状態で搬送する。

【 0 0 0 3 】

物体浮揚搬送装置では、振動子として圧電素子（ピエゾ素子）を使用したランジュバン形振動子が使用されている。圧電素子を使用した振動子では、共振周波数で振動子を励振させることで、振動体を必要な強さ（振幅）で振動させる。

【 0 0 0 4 】

特開平 5 - 1 4 6 1 7 8 号公報には、圧電素子を用いたステータを備えた振動モータにおいて、ステータに励振用の第 1 の圧電素子の他に、加えられる振動に応じた電圧を発生する第 2 の圧電素子を設け、第 2 の圧電素子に負荷インピーダンスを接続する構成が開示されている。そして、負荷インピーダンスの値を変えることにより、曲げ振動の共振周波数を変えることが可能なことが開示されている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

圧電素子を使用した振動子で振動体を励振させる振動系の場合、部品の製造誤差及び組み付けの誤差等により、振動体を含む振動系の共振周波数を所望の値に設定するには、振動子と振動体とを連結するホーンの研磨などにより、合わせ込む必要がある。そのため、装置を組み立てる際の周波数の調整に時間がかかり、コスト高となっていた。また、共振周波数は負荷（搬送すべき物体）の有無や、温度によっても変化するため、組立の際に所定の共振周波数に調整した場合でも、使用時に共振周波数が調整した値から変化する場合がある。そして、振動体を複数平行に配置して使用する構成の場合は、前記の問題が顕著になる。

【 0 0 0 6 】

特開平 5 - 1 4 6 1 7 8 号公報には負荷インピーダンスの値を変えることによ

り、ステータの曲げ振動の共振周波数を変更可能なことが開示されているが、進行波を使用する物体浮揚搬送装置に関してはなんら記載がない。

【0007】

本発明は前記従来の問題点に鑑みてなされたものであって、その目的は長尺の振動体に進行波を発生させて物体を浮揚状態で安定して搬送することができる物体浮揚搬送装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、長尺の振動体の一端に発振側の振動子を設けるとともに、他端に受波側の振動子を設け、該振動体に進行波を発生させてその放射圧により振動体の表面上で物体を浮揚させた状態で搬送する物体浮揚搬送装置であって、前記発振側の振動子に設けられた電圧が供給されない圧電素子と、前記圧電素子に接続されるとともにインピーダンスが可変の外部インピーダンスと、前記発振側の振動子を励振させる励振手段と、前記受波側の振動子の振動状態を検出する振動状態検出手段と、前記振動状態検出手段の検出信号に基づいて、受波側の振動子のエネルギー変換用素子の出力電圧又は出力電流が所定の値以上になるように前記励振手段の出力及び前記外部インピーダンスの少なくとも一方を制御する制御手段とを備えた。

【0009】

この発明では、物体は振動体から発生する進行波によって、発振側の振動子が設けられた側から受波側の振動子が設けられた側へ浮揚状態で振動体の表面に沿って搬送される。振動体を含む振動系の共振周波数が外部インピーダンスの値を変更することにより変更され、発振側の振動子を励振させた際に受波側の振動子が最も良く振動する共振周波数となる値に外部インピーダンスの値が設定された状態に調整される。そして、物体浮揚搬送装置を運転する際は、振動状態検出手段の検出信号により受波側の振動子の振動状態が制御手段に確認され、受波側の振動子のエネルギー変換用素子の出力電圧又は出力電流が所定の値以上になるように、発振側の振動子を励振させる励振手段の出力及び前記外部インピーダンスの少なくとも一方が制御手段によって制御される。その結果、物体が振動体に沿

って安定した浮揚状態で搬送される。

【0010】

請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の発明において、前記受波側の振動子にも前記振動体を振動させる振動系のインピーダンスを調整するための外部インピーダンスが設けられている。この発明では、前記振動系の共振周波数を調整するのが容易になる。

【0011】

請求項3に記載の発明では、請求項1又は請求項2に記載の発明において、前記受波側のエネルギー変換用素子を、負荷回路と前記励振手段とに切換接続可能に構成し、前記発振側の振動子も前記負荷回路と前記励振手段とに切換接続可能に構成し、前記負荷回路及び励振手段と前記エネルギー変換用素子及び発振側の振動子との接続状態を切換える接続切換え手段により前記振動体から発生する進行波の向きを変更可能にした。

【0012】

この発明では、発振側の振動子が設けられた側から振動体に沿って搬送される物体が停止位置に近づいたときに、発振側の振動子を負荷回路に接続するとともに受波側のエネルギー変換用素子を励振手段と接続することにより進行波の進行方向が変更されて物体が減速される。また、発振側の振動子及び受波側のエネルギー変換用素子の励振手段及び負荷回路への接続状態を短時間で交互に切り替えることにより、物体を所定位置で浮揚状態に保持できる。

【0013】

【発明の実施の形態】

(第1の実施の形態)

以下、本発明を具体化した第1の実施の形態を図1及び図2に従って説明する。

【0014】

図1に示すように、物体浮揚搬送装置1は複数(この実施の形態では2個)の長尺の振動体2a, 2bを備えている。両振動体2a, 2bは同じ大きさの矩形平板状に形成されるとともに、互いに平行に配置されて、搬送すべき物体3を両

者で共同して浮揚搬送するようになっている。各振動体 2 a, 2 b の一端には発進側の振動子 4 がホーン 5 を介して連結され、他端には受波側の振動子 6 がホーン 5 を介して連結されている。ホーン 5 は扁平なほぼ直方体状に形成され、その先端において振動体 2 a, 2 b にその長手方向と直交する状態で図示しないネジにより締結されている。

【 0 0 1 5 】

各ホーン 5 は振動体 2 a, 2 b が締結される面の反対側の面において振動子 4, 6 に固定されている。ホーン 5 の先端面は振動子 4, 6 の軸方向と直交する平面に形成され、ホーン 5 及び振動子 4, 6 の中心軸が鉛直方向に伸びる状態で配置されている。振動子 4, 6 はそれぞれベースプレートに支持ブラケット（いずれも図示せず）を介して固定されている。

【 0 0 1 6 】

図 2 (a) に示すように、振動子 4 には所謂ランジュバン形振動子が使用されるとともに、励振用の piezo 素子 7 a, 7 b の他にインピーダンス調整用の piezo 素子（圧電素子） 8 a, 8 b を備えている。リング状の電極板 9 が間に配置された一対のリング状の piezo 素子 7 a, 7 b と、リング状の電極板 1 0 が間に配置された一対のリング状の piezo 素子 8 a, 8 b とは、3 個の金属ブロック 1 1 a ~ 1 1 c の間に挟持された状態で、図示しないボルトによって締め付け固定されている。ボルトは金属ブロック 1 1 a に形成された図示しないねじ穴に、金属ブロック 1 1 c 側から螺合されている。金属ブロック 1 1 a ~ 1 1 c はボルトを介して互いに導通された状態となっている。

【 0 0 1 7 】

発振側の振動子 4 の piezo 素子 7 a, 7 b は励振手段としての共通の発振器 1 2 に接続されている。電極板 9 は配線 1 3 a を介して発振器 1 2 と接続され、発振器 1 2 の接地端子が配線 1 3 b を介して金属ブロック 1 1 c に接続されている。

【 0 0 1 8 】

また、インピーダンス調整用の piezo 素子 8 a, 8 b は、金属ブロック 1 1 a, 1 1 b 間に設けられ、電極板 1 0 と piezo 素子 8 a との間に外部インピーダン

ス 1 4 が配線を介して接続されている。外部インピーダンス 1 4 は、例えばコイルと、コイルに挿通される鉄芯とを備え、鉄芯の挿入量を変更することでインピーダンスの値が変更可能に構成されている。piezo素子 8 a, 8 b 及び外部インピーダンス 1 4 がインピーダンス調整手段を構成する。

【 0 0 1 9 】

図 2 (b) に示すように、各振動体 2 a, 2 b の他端側に締結された受波側の振動子 6 のエネルギー変換用素子としてのpiezo素子 1 5 a, 1 5 b は、抵抗 R 及びコイル L からなるエネルギー変換手段としての負荷回路 1 6 に、電極板 1 7 及び金属ブロック 1 1 c を介してそれぞれ接続されている。受波側の振動子 6 にも発振側の振動子 4 と同様なインピーダンス調整手段が設けられている。

【 0 0 2 0 】

各振動子 6 にはpiezo素子 1 5 a, 1 5 b に発生する電圧を検出する電圧センサ 1 8 が装備されている。電圧センサ 1 8 は受波側の振動子 6 の振動状態を検出する振動状態検出手段を構成する。

【 0 0 2 1 】

発振器 1 2 は制御手段としての制御装置 1 9 からの制御信号により駆動される。制御装置 1 9 は CPU (図示せず) を備え、一方の電圧センサ 1 8 が A / D 変換器、インタフェース (いずれも図示せず) を介して、CPU に接続されている。制御装置 1 9 は電圧センサ 1 8 の検出信号に基づいて、piezo素子 1 5 a, 1 5 b の出力電圧が所定の値以上になるように発振器 1 2 の出力を制御する。この実施の形態では、主に周波数を制御する。

【 0 0 2 2 】

制御装置 1 9 は振動系の基準温度における共振周波数と、振動系の環境温度の基準温度からのずれ量と、共振周波数のずれ量との関係を示すマップ又は関係式が記憶されたメモリ (図示せず) を備えている。制御装置 1 9 は温度変化に応じて発振器 1 2 の出力周波数を調整し、また、温度変化がない状態で電圧センサ 1 8 の出力電圧が低下した場合は、発振器 1 2 出力電圧を上昇させるように制御する。

【 0 0 2 3 】

次に前記のように構成された装置の作用を説明する。

物体浮揚搬送装置 1 は 2 個の振動体 2 a, 2 b から発生する進行波により物体 3 を搬送するため、両振動体 2 a, 2 b から発生する進行波の位相及び振幅が同等でないと、安定した浮揚状態で物体 3 を搬送することは難しい。

【 0 0 2 4 】

圧電素子を使用した振動子では、振動体を必要な強さ（振幅）で振動させるには共振周波数で振動子を励振させる必要がある。各振動体 2 a, 2 b が属する両振動系の共振周波数が同じに設定されていれば、振動子 4 を共通の発振器 1 2 に接続することで、両振動体 2 a, 2 b は位相及び振幅が同等の状態で励振される。

【 0 0 2 5 】

部品の製造及び組み付けの誤差により、両振動系の共振周波数を最初から同一に製造するのは難しい。しかし、この実施の形態の振動子 4, 6 にはそれぞれインピーダンスの値が可変の外部インピーダンス 1 4 が装備されているため、各振動系毎に外部インピーダンス 1 4 を調整することにより、各振動系の共振周波数を同等に調整できる。

【 0 0 2 6 】

従って、この実施の形態の物体浮揚搬送装置 1 は運転に先だって、外部インピーダンス 1 4 の調整が行われる。外部インピーダンス 1 4 の調整は、各振動系について所定の周波数（共振周波数）で振動子 4 を励振し、その状態で電圧センサ 1 8 の出力電圧が最大となるように、外部インピーダンス 1 4 を調整する。そして、調整が完了した後、物体浮揚搬送装置 1 が運転される。

【 0 0 2 7 】

制御装置 1 9 からの制御信号により発振器 1 2 が駆動されて、振動子 4 が所定の共振周波数（例えば、2 0 k H z 前後）で励振される。振動子 4 が励振されるとホーン 5 が縦振動され、ホーン 5 を介して振動体 2 a, 2 b が励振されて撓み振動を行う。そして、振動体 2 a, 2 b から放射される音波の放射圧によって、物体 3 は振動体 2 a, 2 b の表面から浮揚する。浮揚距離は数 1 0 ～ 数 1 0 0 μ m である。

【 0 0 2 8 】

振動体 2 a, 2 b の振動は負荷回路 1 6 に接続された振動子 6 に伝達され、振動子 6 を構成するピエゾ素子 1 5 a, 1 5 b により機械エネルギーである振動のエネルギーが電気エネルギーに変換される。この電気エネルギーが負荷回路 1 6 の抵抗 R でジュール熱に変換されて放散される。そのため、各振動体 2 a, 2 b に生じる振動の波が一方向へ進む進行波（この実施の形態では振動子 4 側から振動子 6 側へ進む進行波）となり、物体 3 は振動体 2 a, 2 b の一端側から他端側へ浮揚状態で搬送される。搬送の停止は発振器 1 2 の駆動を停止することにより行われる。

【 0 0 2 9 】

制御装置 1 9 は一方の電圧センサ 1 8 の出力電圧が所定の値以上となるように発振器 1 2 を制御する。具体的には、電圧センサ 1 8 の出力電圧が所定値未満になると、図示しない温度センサの検出信号から、振動系の環境温度が、基準温度での共振周波数より共振周波数が大きくなる方向へずれているのか、小さくなる方向へずれているのかを判断し、ずれを修正するように発振器 1 2 の周波数を変更する。また、出力電圧の低下が温度による共振周波数のずれ以外と判断したときは、発振器 1 2 の出力電圧を上昇させる。その結果、物体 3 は安定した浮揚状態で搬送される。

【 0 0 3 0 】

この実施の形態では以下の効果を有する。

(1) 発振側の振動子 4 に、電圧が供給されない圧電素子（ピエゾ素子 8 a, 8 b）とインピーダンスが可変の外部インピーダンス 1 4 とからなる調整手段が設けられている。従って、外部インピーダンス 1 4 を調整することで振動体 2 a, 2 b を含む振動系のインピーダンスを調整でき、各振動系の共振周波数を変更できる。その結果、振動系が複数あっても、両振動系を同等の振幅で振動させて、物体 3 を安定した浮揚状態で搬送することができる。

【 0 0 3 1 】

(2) 受波側の振動子 6 の振動状態を検出する振動状態検出手段としてエネルギー変換用素子（ピエゾ素子 1 5 a, 1 5 b）の出力電圧を検出する電圧セン

サ 1 8 が使用されているため、受波側の振動子 6 の振動状態を簡単に検出できる。

【 0 0 3 2 】

(3) 制御装置 1 9 が、電圧センサ 1 8 の検出信号に基づいて、受波側の振動子 6 の piezo 素子 1 5 a, 1 5 b の出力電圧が所定の値以上になるように発振器 1 2 の出力を制御する。従って、温度変化や物体 3 の有無等により振動系の共振周波数が変化した場合にも、物体 3 の搬送に必要な振幅で振動体 2 a, 2 b を励振でき、物体 3 を安定した浮揚状態で搬送することができる。

【 0 0 3 3 】

(4) 温度変化や物体 3 の有無等により振動系の共振周波数が変化した場合に、制御装置 1 9 が発振器 1 2 の周波数を変化後の共振周波数に追従するように変更制御するため、より確実に振動体 2 a, 2 b を所定の振幅で振動させることができる。

【 0 0 3 4 】

(5) 受波側の振動子 6 にも振動体 2 a, 2 b を振動させる振動系のインピーダンスを調整するための外部インピーダンス 1 4 が設けられている。従って、振動系の共振周波数を調整するのが容易になる。

【 0 0 3 5 】

(6) 調整手段が piezo 素子 8 a, 8 b と外部インピーダンス 1 4 との組合せで構成されているため、質量の異なる質量体を複数準備しておき、質量体を振動子 4, 6 に螺着させて共振周波数の初期調整を行う構成に比較して、共振周波数の調整作業が容易になる。

【 0 0 3 6 】

(第 2 の実施の形態)

次に第 2 の実施の形態を図 3 に従って説明する。この実施の形態では振動体が 1 個の点と、進行波の進行方が変更可能に構成されている点が前記実施の形態と大きく異なっている。なお、前記実施の形態と同一部分は同一符号を付して詳しい説明を省略する。

【 0 0 3 7 】

長尺の振動体 2 a の一端側（発振側）に設けられた振動子 4 の piezo 素子 7 a, 7 b と、他端側（受波側）に設けられた振動子 6 の piezo 素子 15 a, 15 b は、発振器 12 と負荷回路 16 とに接続切換え手段 20 を介して選択的に切り換え接続可能に構成されている。接続切換え手段 20 には電磁リレーが使用され、図 3 に示すように、発振器 12 のプラス端子及び負荷回路 16 に piezo 素子 7 a, 7 b の電極板 9 と piezo 素子 15 a, 15 b の電極板 17 とが電磁リレーの第 1 の c 接点 21 及び第 2 の c 接点 22 を介して接続されている。第 1 の c 接点 21 の共通端子 21 c に発振器 12 のプラス端子が、常開端子 21 a に電極板 17 が、常閉端子 21 b に電極板 9 がそれぞれ接続され、第 2 の c 接点 22 の共通端子 22 c に負荷回路 16 の一端が、常開端子 22 a に電極板 9 が、常閉端子 22 b に電極板 17 がそれぞれ接続されている。発振器 12 の接地端子には負荷回路 16 の他端と、振動子 4, 6 の金属ブロック 11 c とがそれぞれ接続されている。また、各振動子 4, 6 には piezo 素子 8 a, 8 b 及び外部インピーダンス 14 が装備されている。両 c 接点 21, 22 は、一方が常開端子と接続している状態では他方が常閉端子と接続するように、互いに異なる接続状態となるように連動して切り換え作動されるように構成されている。

【0038】

制御装置 19 には物体 3 が受波側の停止位置近傍に達したことを検出する図示しないセンサの出力が入力されるようになっている。

この実施の形態においては、常には図 3 に示すように、振動子 4 の piezo 素子 7 a, 7 b が第 1 の c 接点 21 を介して発振器 12 に接続され、振動子 6 の piezo 素子 15 a, 15 b が第 2 の c 接点 22 を介して負荷回路 16 に接続されている。そして、発振器 12 が駆動されると、物体 3 は 1 個の振動体 2 a から発生する進行波により、発振側から受波側に向かって浮揚状態で搬送される。

【0039】

制御装置 19 は物体 3 が停止位置近傍に達したことを確認すると、接続切換え手段 20 を作動させ、第 1 及び第 2 の c 接点 21, 22 の接続状態を図 3 と逆の状態に切り換える。その結果、受波側の振動子 6 の piezo 素子 15 a, 15 b が発振器 12 に接続され、発振側の振動子 4 の piezo 素子 7 a, 7 b が負荷回路 1

6に接続された状態となり、進行波が振動子6側から振動子4側へ進む状態となり、物体3が浮揚状態で減速される。そして、所定の停止位置に達した時点で発振器12を停止させると、物体3は停止して振動体2a上に載置される。また、所定の停止位置に達した時点で、接続切換え手段20を第1及び第2のc接点の接続状態が短時間で交互に切り換えられるように作動させると、物体3は浮揚状態で所定位置に保持される。

【0040】

なお、振動系のインピーダンスの調整は前記実施の形態と同様にして、外部インピーダンス14を調整することにより行われる。また、電圧センサ（図示せず）の出力電圧が所定値以上となるように、制御装置19により発振器12の出力が変更される。

【0041】

この実施の形態では前記実施の形態の（1）～（6）の効果の他に次の効果を有する。

（7） 発振側及び受波側の振動子4，6を、それぞれ負荷回路16と発振器12（励振手段）とに接続切換え手段20を介して選択的に切り換え接続可能に構成した。従って、物体3が停止位置近傍に達した時点で、進行波の向きを変更することにより物体3の浮揚状態で減速を良好に行うことができる。また、接続切換え手段20による切り換えを短時間で繰り返すことにより、所望の位置に浮揚状態で保持することもできる。

【0042】

実施の形態は前記に限定されるものではなく、例えば次のように構成してもよい。

○ 荷の有無を検出するセンサを設け、荷有りの時と荷無しの時で発振器12の出力電圧を切り換えるようにしてもよい。また、荷の重量に対応して出力電圧を調整する構成としてもよい。例えば、制御装置19のメモリに、荷の重量と適正出力電圧との関係を記憶させておき、荷（物体3）の重量に対応して適正出力電圧を決定して、発振器12から出力させる。荷の重量は予め判っている物が多いため、発振器12の出力を適正に制御するのが容易になる。この場合、電圧セ

ンサ 1 8 の出力に基づいて、その出力電圧が所定値未満になったときに、発振器 1 2 の出力周波数を変更する制御は前記実施の形態と同様に実施する。

【 0 0 4 3 】

○ 前記受波側の振動子の振動状態をエネルギー変換用のピエゾ素子 1 5 a , 1 5 b の出力電圧で判断する代わりに、出力電流の大きさを振動状態を判断したり、受波側の振動子 6 の振動の位相が発振側の振動子 4 の振動の位相とずれているか否かで判断してもよい。そして、出力電流で判断する場合、振動状態検出手段として電流センサ又は電圧センサを設ける。位相がずれているか否かで判断する場合は、例えば位相比較器を設ける。

【 0 0 4 4 】

○ エネルギー変換用素子（ピエゾ素子 1 5 a , 1 5 b ）の出力電圧又は出力電流が所定の値以上になるように発振器 1 2 の出力を制御する構成に代えて、外部インピーダンス 1 4 のインピーダンスを変更する構成としてもよい。この場合、外部インピーダンス 1 4 を構成する鉄芯を自動的に移動させる機構、例えば電気シリンダ、リニアアクチュエータ等を設け、制御装置 1 9 からの指令で鉄芯を移動させる。また、発振器 1 2 の出力と外部インピーダンス 1 4 の値の両方を調整するようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

○ 発振側の外部インピーダンス 1 4 を要素を含むブリッジ回路を設け、ブリッジ回路の出力が一定になるように外部インピーダンス 1 4 を調整する構成としてもよい。

【 0 0 4 6 】

○ 外部インピーダンス 1 4 はコイルに限らず、コイルとコンデンサあるいはコンデンサと抵抗とを組み合わせた回路を設け、コンデンサの容量を変更してインピーダンスを調整する構成としてもよい。

【 0 0 4 7 】

○ 外部インピーダンス 1 4 の調整を定期的に行ってもよい。

○ 各振動子 4 , 6 に調整手段を構成するための圧電素子（ピエゾ素子 8 a , 8 b ）及び外部インピーダンス 1 4 を設ける必要は必ずしもなく、受波側の振動

子 6 の piezo 素子 8 a, 8 b 及び外部インピーダンス 1 4 を省略してもよい。この場合、調整手段の数が少なくなり、製造コストを低減できる。

【 0 0 4 8 】

○ 振動子 4 の piezo 素子 7 a, 7 b と piezo 素子 8 a, 8 b との間に金属ブロック 1 1 b を設けずに、図 4 に示すように、金属ブロック 1 1 a, 1 1 c の間に励振用の piezo 素子 7 a, 7 b、電極板 9、共振周波数調整用の piezo 素子 8 a, 8 b 及び電極板 2 3 を挟持した構成としてもよい。この場合、図 2 (a) のものより構成が簡単になり、同様な効果が得られる。また、受波側の振動子 6 の piezo 素子 1 5 a, 1 5 b と piezo 素子 8 a, 8 b も同様な構成で組み付けてもよい。

【 0 0 4 9 】

○ ホーン 5 の形状は扁平な直方体状に限らず、円柱状や円錐台状等先端側が細くなった形状としてもよい。

○ 浮揚保持する物体 3 の形状は矩形等の四角形に限らず、三角形や他の多角形あるいは円形等任意の形状としてよい。

【 0 0 5 0 】

○ 振動体 2 a, 2 b のホーン 5 への固定はネジによる締結に限らず、接着剤を使用したり、ロウ付けや溶接で固着してもよい。

前記実施の形態から把握される請求項記載以外の発明（技術思想）について、以下に記載する。

【 0 0 5 1 】

(1) 請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載の発明において、前記制御手段は前記励振手段の周波数を制御する。

(2) 請求項 1 ～請求項 3 のいずれか一項に記載の発明において、前記制御手段は、前記外部インピーダンスの値を調整する。

【 0 0 5 2 】

(3) 請求項 1 ～請求項 3、(1) 及び (2) のいずれかに記載の発明において、前記制御手段は、前記振動体上の荷の有無に基づいて、前記励振手段の出力電圧を制御する。

【 0 0 5 3 】

(4) 請求項 1 ～ 請求項 3、(1) ～ (3) のいずれかに記載の発明において、前記振動体は複数、平行に配置され、励振側の振動子は共通の発振器に接続されている。

【 0 0 5 4 】

【発明の効果】

以上詳述したように、請求項 1 ～ 請求項 3 に記載の発明によれば、長尺の振動体に進行波を発生させて物体を浮揚状態で安定して搬送することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態の物体浮揚搬送装置の概略斜視図。

【図 2】 (a) は発振側の振動子の模式正面図、(b) は受波側の振動子の模式正面図。

【図 3】 第 2 の実施の形態の物体浮揚搬送装置の模式図。

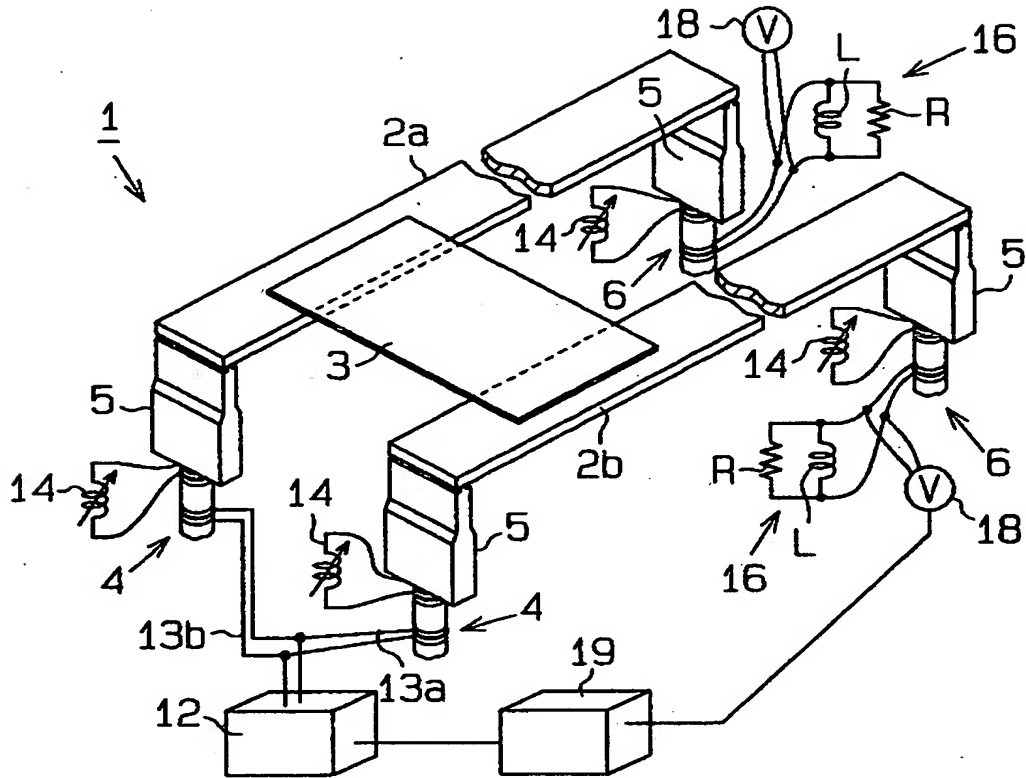
【図 4】 別の実施の形態の発振側の振動子の模式正面図。

【符号の説明】

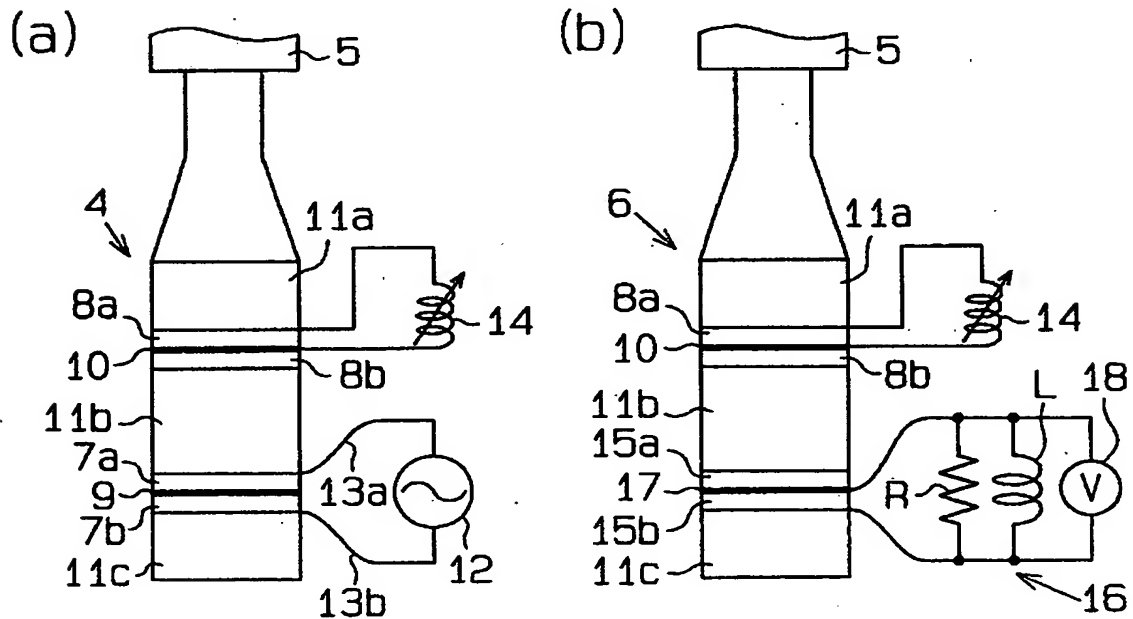
1 … 物体浮揚搬送装置、2 a, 2 b … 振動体、4 … 発振側の振動子、3 … 物体、5 … ホーン、6 … 受波側の振動子、7 a, 7 b, 8 a, 8 b … 圧電素子としての piezo 素子、12 … 励振手段としての発振器、14 … 外部インピーダンス、15 a, 15 b … エネルギー変換素子としての piezo 素子、16 … 負荷回路、18 … 振動状態検出手段としての電圧センサ、19 … 制御手段としての制御装置、20 … 接続切り換え手段。

【書類名】 図面

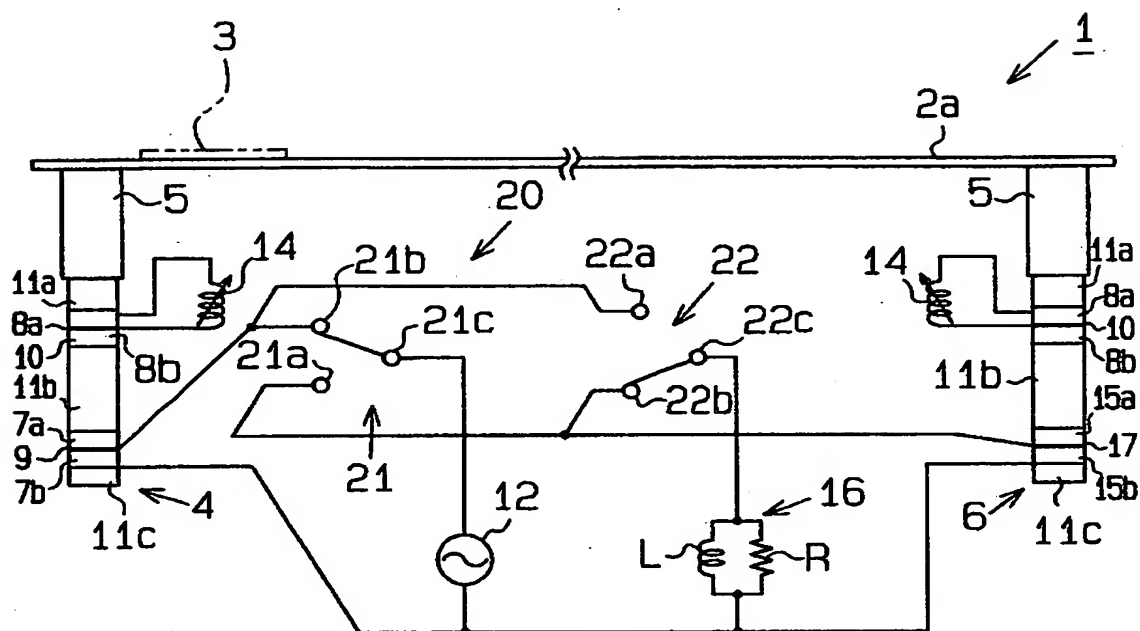
【図 1】



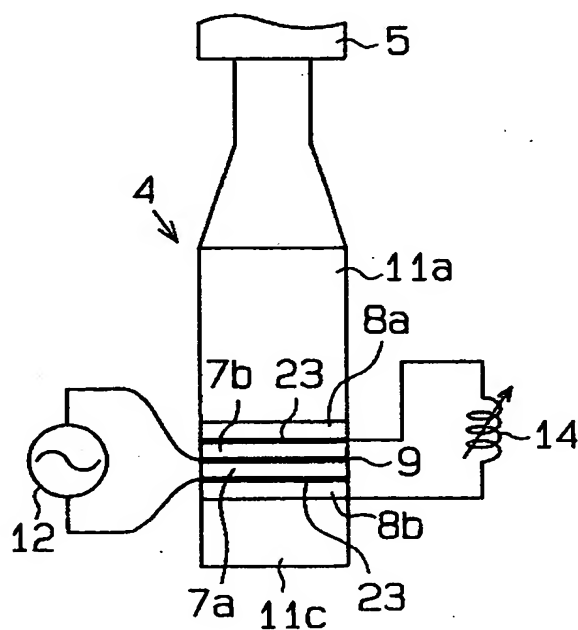
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 長尺の振動体に進行波を発生させて物体を浮揚状態で安定して搬送することができる物体浮揚搬送装置を提供する。

【解決手段】 物体浮揚搬送装置 1 は平行に配設された 2 個の長尺の振動体 2 a , 2 b を備え、各振動体 2 a , 2 b の一端に発振側の振動子 4 が、他端に受波側に振動子 6 がそれぞれホーン 5 を介して連結されている。振動子 4 の励振用のピエゾ素子は発振器 12 に、振動子 6 のエネルギー変換用ピエゾ素子は負荷回路 16 にそれぞれ接続されている。両振動子 4 , 6 には、電圧が供給されない圧電素子と、該圧電素子に接続されるとともにインピーダンスが可変の外部インピーダンス 14 とが設けられ、外部インピーダンス 14 の調整により、各振動系の共振周波数が変更可能になっている。制御装置 19 はエネルギー変換用ピエゾ素子の出力電圧が所定の値以上になるように発振器 12 の出力を制御する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003218]

1. 変更年月日 1990年 8月11日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
氏 名 株式会社豊田自動織機製作所
2. 変更年月日 2001年 8月 1日
[変更理由] 名称変更
住 所 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
氏 名 株式会社豊田自動織機